



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan *Impact*, Komposisi dan Cacat Pengecoran Paduan Aluminium *Flat Bar* dan Limbah *Dryer AC* dengan Menggunakan Cetakan Pasir dan Cetakan Hidrolik sebagai Bahan Komponen Jendela Kapal

Maftuh Murtiyoso¹⁾, Kiryanto¹⁾, Sarjito Jokosisworo¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: madftuharjuna@gmail.com

Abstrak

Aluminium adalah unsur *non ferrous* yang merupakan logam ringan yang mempunyai sifat yang lebih ringan dari besi dan baja, memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi, dapat menghantarkan listrik dan panas dengan baik, dan merupakan bahan paling berlimpah nomer 3 di dunia. Daur ulang (*recycle*) adalah proses untuk menjadikan bahan bekas menjadi bahan baru yang bertujuan untuk menghemat energi produksi. Perkembangan otomotif yang semakin meningkat menimbulkan peningkatan limbah dari kendaraan bermotor, salah satunya *dryer AC*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis dan komposisi aluminium paduan limbah *dryer AC*. Pembuatan spesimen paduan aluminium *flat bar* dan limbar *dryer AC* dengan komposisi 50:50 menggunakan cetakan pasir dan cetakan sistem hidrolik. Dari percobaan yang dilakukan spesimen paduan aluminium *flat bar* dan limbah *dryer AC* memiliki kadar Al sebesar 81,27%. Untuk hasil kekuatan tarik yang lebih baik berasal dari spesimen dengan cetakan hidrolik dengan nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 16,13 kg/mm². Untuk kekuatan *impact* yang lebih baik juga berasal dari cetakan hidrolik dengan nilai rata-rata sebesar 0,58 J/mm². Dan untuk cacat pengecoran terdapat pada cetakan pasir.

Kata Kunci : aluminium, pengecoran, kekuatan tarik, kekuatan impact, komposisi bahan, radiografi

1. PENDAHULUAN

Aluminium adalah unsur *non ferrous* yang merupakan logam ringan yang mempunyai sifat lebih ringan dari besi dan baja, memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi, dapat menghantarkan listrik dan panas dengan baik dan merupakan bahan paling berlimpah nomer 3 di dunia.

Pada umumnya aluminium yang didapat dalam keadaan cair dengan elektrolisa mempunyai kemurnian hingga 99,85%. Akan tetapi proses pengolahan biji aluminium memerlukan energi dan biaya yang besar. Demi mengatasi persoalan tersebut maka dilakukanlah daur ulang limbah aluminium.

Di Eropa aluminium daur ulang adalah bahan *raw material*, yang menjadi bahan baku

utama sebuah produk. Sekitar 34% aluminium yang digunakan dalam proses fabrikasi berasal dari logam daur ulang. (*European Aluminium Association (EEA)* dan *Organisation of European Aluminium Refiners and Remelters (OEA)*)

Menurut Sekretaris Jendral Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo) Noegradjit, sampai Agustus produksi kendaraan roda empat mencapai 740 ribu dan diprediksi akan terus meningkat.

Searah dengan perkembangan otomotif maka akan semakin banyak limbah dari kendaraan bermotor, salah satunya *dryer AC*. Limbah tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku industri pengecoran aluminium yang dapat digunakan sebagai komponen kapal, antara lain

jendela kapal, baling-baling, dan pegangan pintu kapal



Gambar 1. Tren penjualan mobil domestik

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat –sifat aluminium paduan limbah *dryer* AC yang digunakan untuk bahan pembuatan jendela kapal yang memenuhi persyaratan dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).



Gambar 2 Hasil produksi jendela kapal

1.1. Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan laporan penelitian ini permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Analisa kekuatan bahan menggunakan pengujian merusak meliputi uji tarik, *impact*, dan komposisi bahan.
2. Bahan yang dipergunakan untuk penelitian yaitu aluminium *flat bar* dan limbah *dryer* AC mobil.
3. Untuk uji tarik dan uji *impact* menggunakan standar JIS.

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang serta permasalahannya maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kekuatan tarik, kekuatan *impact*, komposisi dan cacat pengecoran paduan aluminium *flat bar* dan limbah *dryer* AC dengan cetakan pasir.
2. Mengetahui kekuatan tarik, kekuatan *impact*, komposisi dan cacat pengecoran paduan aluminium *flat bar* dan limbah *dryer* AC dengan cetakan hidrolik

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aluminium (Al)

Aluminium merupakan unsur kimia golongan IIIA dalam sistem periodik unsur, dengan nomor atom 13 dan berat atom 26,98 gram per mol. Di dalam udara bebas aluminium mudah

teroksidasi membentuk lapisan tipis oksida (Al_2O_3) yang tahan terhadap korosi. Aluminium juga bersifat amfoter yang mampu bereaksi dengan larutan asam maupun basa.

(Anton J. Hartono, 1992)

Aluminium memiliki masa atom 27 (hanya ada satu isotop natural), nomor atom 13, densitas 2,79 g/cm, titik lebur 660,4°C, dan titik didih 2467°C. Aluminium adalah logam berwarna putih perak, memiliki potensi redoks -1,66 V, bilangan oksidasi +3, dan jari-jari atom yang kecil yaitu 57 pm untuk stabilitas dari senyawa aluminium.

2.2. Pengecoran

Pengecoran adalah membuat komponen dengan cara menuangkan bahan yang dicairkan ke dalam cetakan. Berikut adalah jenis cetakan dalam pengecoran aluminium:

1. Cetakan pasir, cetakan yang dibuat dengan memadatkan pasir. Pasir sebelumnya dicampur dengan pengikat khusus seperti air, kaca, semen, resin ferol, atau minyak pengering.
2. Cetakan logam, cetakan logam harus terbuat dari bahan yang lebih baik dan lebih kuat dari logam coran, karena dengan bahan cetakan yang lebih kuat maka cetakan tidak akan terkikis oleh logam coran yang akan dituangkan.

2.3. Sistem Hidrolik

Dalam sistem hidrolik fluida cair berfungsi sebagai penerus gaya. Minyak mineral adalah jenis fluida cair yang umum dipakai. Prinsip dasar dari hidrolik adalah karena sifatnya yang sangat sederhana. Zat cair tidak memiliki bentuk yang tetap, zat cair hanya dapat membentuk bentuk menyesuaikan dengan yang ditempatinya dan tidak dapat terkompresi. Zat cair yang digunakan harus bertekanan tertentu, diteruskan ke segala arah secara merata, memberikan arah gerakan yang sangat halus. Sifat-sifat ini akan menghasilkan penambahan kelipatan yang besar pada gaya kerjanya.

2.4. Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik mempunyai tujuan utama untuk mengetahui kekuatan tarik bahan uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian tarik adalah grafik tegangan-regangan, parameter kekuatan dan keliatan material pengujian dalam proses perpanjangan, kontraksi atau reduksi penampang patah, dan bentuk permukaan patahannya.

Tegangan dapat diperoleh dari membagi beban dengan luas penampang mula-mula.

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Dimana, σ adalah Tegangan tarik maksimum (MPa, N/mm²), P adalah Beban Maksimum (N) dan A_0 adalah Luas Penampang Mula-mula (mm²). Regangan diartikan sebagai perpanjangan tiap satuan panjang, yang diperoleh dengan membagi perpanjangan ukuran $L\Delta$ mula-mula benda uji 100%

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$e = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\%$$

$L\Delta$ adalah panjang sesudah patah (mm), L_0 adalah panjang mula-mula (mm), e adalah Regangan (%).

2.5. Pengujian Impact

Pengujian *impact* adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat. Pengujian ini merupakan pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Pada pengujian ini terjadi proses penyerapan energi yang sangat besar ketika beban menumbuk benda uji. Energi yang diserap benda uji dihitung menggunakan prinsip perbedaan energi potensial.

2.6. Pengujian Komposisi Bahan

Uji komposisi merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar atau seberapa banyak jumlah suatu kandungan yang terdapat pada suatu logam, baik logam *ferro* maupun logam *non ferro*. Proses pengujian komposisi berlangsung dengan pembakaran bahan menggunakan elektron dimana terjadi suhu rekristalisasi, dari suhu rekristalisasi terjadi penguraian unsur yang masing-masing beda warnanya. Penentuan kadar berdasar sensor perbedaan warna.

2.7. Pengujian Radiografi

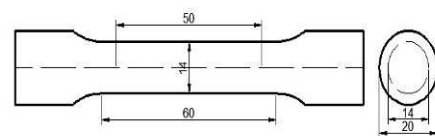
Pengujian radiografi dapat digunakan untuk semua bahan, akan tetapi penggunaannya tergantung dari lokasi sambungan, konfigurasi sambungan dan ketebalan bahan. Pengujian radiografi menggunakan radiasi sinar X dan hasil yang didapatkan dapat dilihat pada *negative film*.

Keuntungan dari pengujian radiografi adalah dapat dilakukan untuk diskontinuitas pada permukaan maupun bagian dalam yang tidak bisa dilakukan oleh pengujian lain.

3. METODOLOGI PENELITIAN

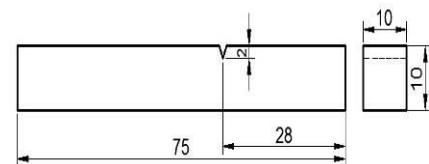
3.1. Data-data Penelitian

1. Peralatan untuk pembuatan benda uji :
 - a) Aluminium *flat bar* dan limbah *dryer AC*
 - b) Mesin bubut dan mesin frais
 - c) Cetakan pasir dan cetakan hidrolik
 - d) *Vernier caliper*
 - e) Timbangan
2. Pembuatan benda uji
 - a) Uji komposisi bahan paduan dengan perbandingan 50:50
 - b) Uji tarik bahan paduan dengan perbandingan 50:50
 - Paduan cetakan pasir =3 buah
 - Paduan cetakan hidrolik =3 buah
 - c) Uji *impact* bahan paduan dengan perbandingan 50:50
 - Paduan cetakan pasir =3 buah
 - Paduan cetakan hidrolik =3 buah
 - Dimensi spesimen:
 1. Pengujian Tarik



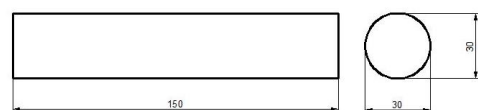
Gambar 3. Dimensi spesimen uji tarik

2. Pengujian Impact



Gambar 4. Dimensi spesimen uji *impact*

3. Pengujian Radiografi dan Komposisi



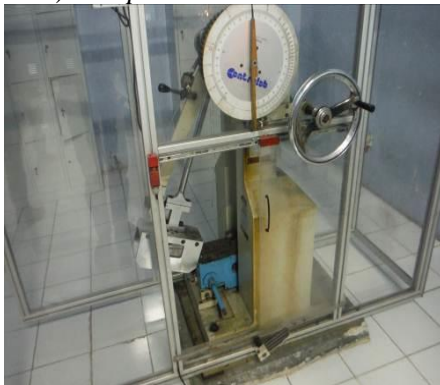
Gambar 5. Dimensi spesimen uji radiografi dan komposisi

3. Alat-alat pengujian

- a) *Ultimate Testing Machine*



Gambar 6. Ultimate tester machine
b) Impact Tester Machine



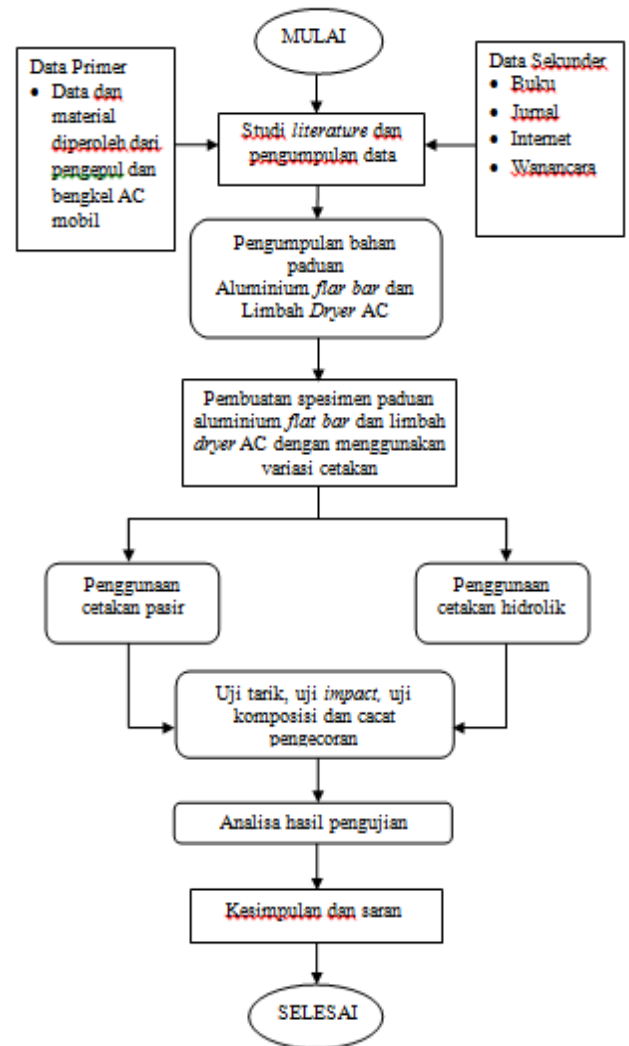
Gambar 7. Impact tester machine
c) Spectrofotometer Machine



Gambar 8. Spectrofotometer machine
d) Mesin Radiografi



Gambar 9. Mesin Radiografi



Gambar 10. Diagram Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Tabel 1. Spesifikasi aluminium flat bar

Merk	Seri	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Regangan (%)
Atlas Steels	3003-O	9,5	18

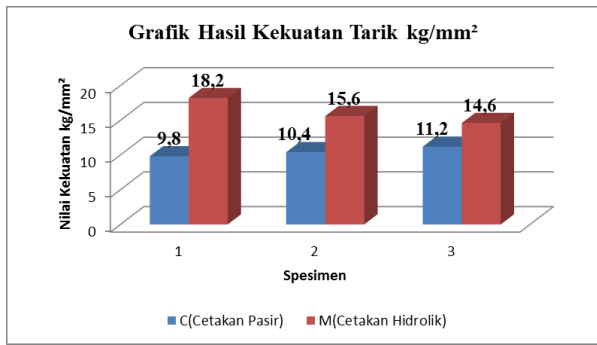
Tabel 2. Hasil pengujian kekuatan tarik dan standard JIS 5005

No	Nama Spesimen	Hasil Kekuatan Tarik (kh/mm ²)	
		Hasil Uji	JIS 5005
1	C	10,47	12-16
2	M	16,13	12-16

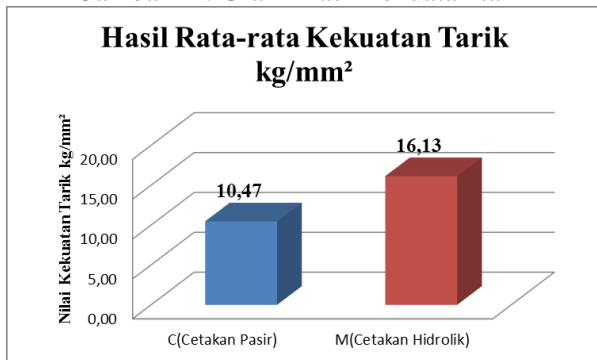
Dari hasil rata-rata kekuatan tarik di atas menunjukkan bahwa paduan dengan cetakan pasir memiliki nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 10,47 kg/mm² dan spesimen dengan cetaka hidrolik 16,13 kg/mm². Kedua spesimen tidak memenuhi standard JIS 5005 sehingga tidak

3.2. Diagram Alir

direkomendasikan sebagai bahan baku pembuatan jendela kapal.



Gambar 11. Grafik hasil kekuatan tarik



Gambar 12. Grafik rata-rata kekuatan tarik

Dari grafik di atas ditunjukkan bahwa cetakan hidrolik menghasilkan paduan yang lebih baik daripada cetakan pasir. Terlihat dari perbedaan kekuatan tarik namun kedua hasil tersebut tidak direkomendasikan sebagai bahan baku pembuatan jendela kapal.

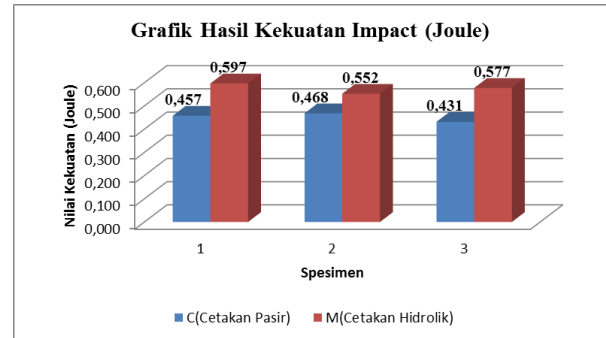
4.2. Hasil Pengujian Kekuatan Impact

Tabel 3. Hasil pengujian *impact*

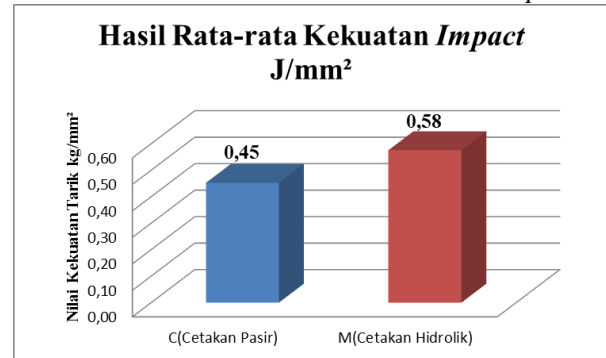
No	Komposisi	Energi Terserap (J)	Luasan (mm ²)	Harga <i>Impact</i> (J/mm ²)
1	C1	41,4	90,6	0,457
2	C2	39,2	83,8	0,468
3	C3	39,2	91,0	0,431
4	M1	55,2	92,4	0,597
5	M2	55,8	95,6	0,552
6	M3	50,5	87,4	0,577

Setelah hasil diketahui maka tahap selanjutnya adalah dirata-rata harga *impact* atau nilai keuletannya :

- C = $\frac{0,457 + 0,468 + 0,431}{3}$
= 0,45 J/mm²
- M = $\frac{0,597 + 0,552 + 0,577}{3}$
= 0,58 J/mm²



Gambar 13. Grafik hasil kekuatan *impact*



Gambar 14. Grafik rata-rata kekuatan *impact*

Dari hasil di atas menunjukkan bahwa penggunaan cetakan hidrolik menghasilkan paduan dengan kekuatan *impact* yang lebih baik dari pada penggunaan cetakan pasir dengan nilai 0,58 J/mm² dan 0,45 J/mm².

4.3. Hasil Pengujian Komposisi Bahan

Tabel 4. Hasil pengujian komposisi

Al	81,27%	Ga	0,11%
Mn	3,61%	Tl	0,09%
Fe	3,16%	Sn	0,07%
Cl	2,90%	V	0,05%
P	1,87%	Ni	0,05%
Mg	1,80%	Pb	0,04%
S	1,29%	Bi	0,03%
Cu	1,08%	Zr	0,02%
Zn	1,03%	Te	0,02%
Ca	0,67%	Sb	0,02%
Si	0,56%	Cd	0,01%
Cr	0,21%	Ag	0,01%

Hasil pengujian komposisi bahan paduan aluminium *flat bar* dengan *dryer* AC dengan perbandingan 50:50. Paduan aluminium memiliki kadar Al 81,27%, Mn 3,61%, Fe 3,16%, Cl 2,90%, dan beberapa unsur lainnya dibawah 2%.

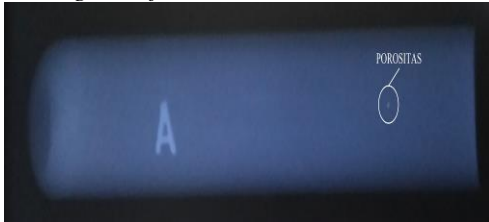
Tabel 5. Hasil perbandingan komposisi

Paduan Aluminium		JIS H4000 Seri 5005		BKI KI AW-6061	
Unsur	%	Unsur	%	Unsur	%
Si	0,56	Si	0,4max	Si	0,40-0,80
Fe	3,16	Fe	0,7max	Fe	0,70
Cu	1,08	Cu	0,2max	Cu	0,15-0,40
Mn	3,61	Mn	0,2max	Mn	≤0,15
Mg	1,80	Mg	0,5-1,1	Mg	0,8-1,2
Zn	1,03	Zn	0,25max	Zn	≤0,25
Ti	0,09	Ti	-	Ti	≤0,16
Cr	0,21	Cr	0,1	Cr	0,04-0,35

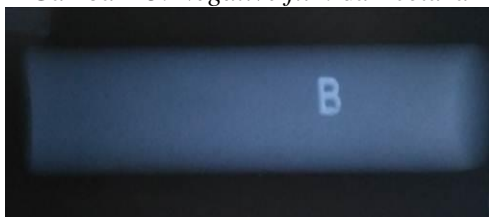
Perbandingan dari komposisi paduan aluminium *flat bar* dan limbah *dryer* AC dengan standard JIS H4000 Seri 5005 dan standar pendekatan dunia perkapalan BKI KI-AW 6061 menunjukkan bahwa paduan aluminium *flat bar* dan *dryer* ac tidak memenuhi standard komposisi yang ditetapkan sehingga tidak direkomendasikan sebagai bahan baku pembuatan jendela kapal.

4.4. Hasil Pengujian Radiografi

Hasil dari pengujian radiografi dilihat dalam *negative film*.



Gambar 15. *Negative film* dari cetakan pasir



Gambar 16. *Negative film* dari cetakan pasir

Dari gambar hasil radiografi terlihat bahwa pada spesimen dengan cetakan pasir terdapat porositas di dalam spesimen sedangkan tidak pada spesimen dengan cetakan hidrolik.

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisa maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian cetakan pasir yaitu rata-rata kekuatan tarik sebesar 10,51 kg/mm², rata-rata kekuatan *impact* sebesar 0,45 J/mm², dengan kadar aluminium sebesar 81,27%, dan terdapat cacat porositas pada cetakan pasir.

2. Hasil pengujian cetakan hidrolik yaitu rata-rata kekuatan tarik sebesar 16,13 kg/mm², rata-rata kekuatan *impact* sebesar 0,58 J/mm², dengan kadar aluminium sebesar 81,27%, dan tidak terdapat cacat porositas pada cetakan hidrolik.

6. SARAN

Selanjutnya dari pembahasan penelitian ini, dapat dirangkum beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian berikutnya diharapkan dilakukan penelitian dengan limbah aluminium yang lain guna dapat mendaur ulang limbah yang ada dan dapat menghasilkan barang yang lebih baik.
2. Pada penelitian berikutnya diharapkan dilakukan pengujian lain untuk lebih mengetahui sifat-sifat dari paduan aluminium seperti tekuk dan uji kekerasan.
3. Pada penelitian ini hasil dari paduan aluminium *flat bar* dengan *dryer* AC tidak direkomendasikan untuk menjadi bahan baku jendela kapal, namun dengan adanya penambahan kadar aluminium diharapkan dapat meningkatkan kekuatan mekanisnya.
4. Semoga penelitian ini bisa digunakan sebagai acuan dan arahan dalam melakukan penelitian yang serupa mengembangkan penelitian ini dengan variasi-variasi ataupun metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Artanto, Indra. *Analisa Kekuatan Tarik dan Uji Komposisi Bahan Paduan Aluminium Limbah AC Mobil dengan Metode Metal Casting untuk Bahan Jendela Kapal*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia. 2014. *Rules for The Classification and Contruction of Seagoing Ships. Volume V Section 10*. Jakarta : Indonesia.
- [3] Harsono, Kharis Sonny. 2006. *Karakteristik Kekuatan Fatik Paduan Aluminium Tuang*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- [4] Japan International Standard. 1970. *H 4000 Seri 5005 Aluminium Alloys*. Japan
- [5] Jokosisworo, Sarjito dan Hartono Y. *Proses Pengujian Tidak Merusak*. Semarang : Universitas Diponegoro
- [6] Kiryanto, Eko Sasmito Hadi, Muhammad Ansori. 2012. *Analisa Sifat Mekanik Paduan Aluminium Sebagai Rangka Jendela Kapal di Perusahaan Pengecoran Logam CV. Setia Kawan Tegal dengan Cetakan Tidak*

Permanen. Semarang : Universitas Diponegoro.

- [7] R. Widodo. April 2012, *„Teknik Pengelolaan Bahan Baku Peleburan Aluminium”*, Jurnal Foundry Vol. 2 No. 1, ISSN : 2087-225..
- [8] Setiawan, Agus. *Analisa Perbandingan Hasil Pengujian Tarik – Impact – Bending Plat Baja Kapal Dengan Pengelasan SAW dan GMAW.* Semarang : Universitas Diponegoro.
- [9] Setiawan, Sidik. *Uji Eksperimen Kekuatan Tarik dan Analisa Scanning Electron Microscopy Paduan Aluminium Limbah Velg dengan Metode Sand Molded untuk Bahan Baku Frame Side Scuttle.* Semarang : Universitas Diponegoro.
- [10] Standard Nasional Indonesia 07-1352.1989. *Petunjuk Pengecoran Alumium Paduan.*
- [11] Surdia, T. dan Cijiiwa K, 1991. *Teknik Pengecoran Logam.* Jakarta: PT Pradnya Paramita
- [12] Surdia, Tata dan Kenji Chijiiwa. 2000. *Teknik Pengecoran logam.* Jakarta: PT Pertja
- [13] Surdia, T. dan Shinroku, 1992. *Pengetahuan Bahan Teknik.* Jakarta: PT Pradnya
- [14] Titiek Deasy S^{1*}, Rusnaldy², Gunawan DH.². 2014. *Pembuatan Bahan Standar AlSi₁₂(b) dari Sekrap Aluminium; Study Komposisi Kimia dan Sifat Kekerasan Bahan.* Tegal : Politeknik Purbaya Tegal. Semarang : Universitas Diponegoro.